

УДК 622.272+622.83



**Н. И. СТУПНИК,**  
доктор техн. наук  
(Криворожский национальный  
университет)



**А. А. ГАЙДАЙ,**  
канд. техн. наук  
(Национальный горный  
университет)

## Оценка применения прямоугольной формы угольных целиков для охраны магистральных штреков

Дана оценка применения угольных целиков прямоугольной формы для охраны магистральных выработок на шахте «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь». На конкретном примере определены потери угля в результате оставления целика, а также рассмотрен вопрос устойчивости магистральных штреков.

правило располагают под углом  $90^\circ$ . В этом случае угольные целики приобретают форму, близкую к прямоугольнику.

Для обеспечения устойчивости выработок руководствуются такими горно-геологическими параметрами, как глубина их расположения, коэффициент структурного ослабления пород и т. д. В соответствии с Указаниями [1] размеры угольных целиков для охраны подготовительных выработок, проводимых в массиве узким ходом, следует принимать согласно требованиям подраздела 5.7.

Коэффициент структурного ослабления для пород Западного Донбасса составляет 0,6–0,75 (аргиллиты и алевролиты). С учетом этого расчетное сопротивление пород на одноосное сжатие не превышает 20 МПа. Выработки, как правило, пересекают многочисленные зоны пликативных и дизъюнктивных нарушений, вследствие чего расчетную глубину их расположения следует увеличивать по сравнению с фактической приблизительно в 1,2 раза. Это означает, что ширина угольного целика для охраны магистральных выработок, которые

находятся на глубине 450–500 м, должна составлять 96 м.

Указанную ширину, руководствуясь расчетами института «Днепрогипрошахт» по согласованию с Национальным горным университетом, принимают минимальной при охране магистральных штреков на шахтах Западного Донбасса. Максимальная ширина охранных целиков достигает 150 м, что приводит к неоправданно большим потерям угля. При ширине оставляемого целика 100 м, длине очистного забоя 175 м и средней мощности пласта 0,8 м (при плотности угля  $1,35 \text{ т/м}^3$ ) потери составляют 18900 т, а в целике шириной 150 м — 28 350 т угля. Для лавы с нагрузкой в 1000 т это месячная добыча.

После отработки примерно 65 выемочных столбов с использованием для охраны магистральных штреков целиков в шахте остается такое количество угля, которое превышает ее годовую проектную мощность. Несмотря на это, устойчивость магистральных штреков на значительной протяженности более чем неудовлетворительна для нормального функционирования

**Д**лительность эксплуатации магистральных штреков предполагает необходимость их поддержания в работоспособном состоянии. В этих целях преимущественно применяется способ охраны выработок целиками угля, с помощью которого охраняют около 90 % протяженности капитальных и магистральных выработок угольных шахт Украины.

Угольные целики имеют большие размеры как по простиранию, так и по падению или восстанию пласта. По простиранию они ограничиваются выработками выемочных столбов, а по падению (восстанию) — границами выработанного пространства. Примыкающие к магистральным штрекам транспортные, конвейерные и вентиляционные выработки как

горных выработок. Учитывая изложенное, при охране пластовых выработок целиками важно правильно выбрать их форму.

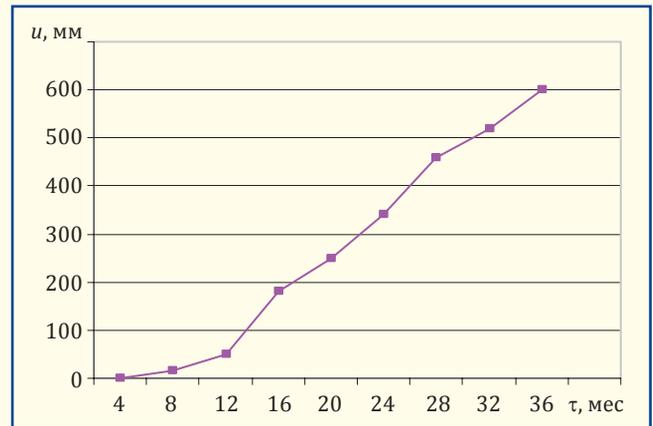
Общий принцип охраны магистральных штреков от влияния очистных работ с помощью целиков — расположение их вне зоны опорного давления. Однако из-за отсутствия надежного способа определения напряжений в массиве пород размеры зоны опорного давления обычно устанавливаются по косвенным характеристикам горного давления. Поэтому при измерении разных характеристик проявления опорного давления (смещения, деформации и др.) получаемые параметры зоны будут отличаться. Анализ публикаций показывает, что большой диапазон ширины зоны опорного давления (от 18 до 240 м) в значительной степени обусловлен различием в методах оценки размеров зон.

Рассмотрим вопрос неоправданных потерь угля, а также устойчивости магистральной горной выработки на конкретном примере — для условий шахт Западного Донбасса, именно шахты «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь».

На шахте разрабатывают несколько угольных пластов, в частности пласт  $c_8^H$  блока № 1. Магистральные штреки, капитальные квершлаги и другие горные выработки, необходимые для транспортирования и вентиляции, а соответственно особенно важные участки работы шахты как производственной единицы, по протяженности насчитывают десятки километров. Результатом мероприятий по охране южного магистрального откаточного штрека стало неудовлетворительное состояние выработки вследствие влияния очистных работ в 833-й лаве (потери угля в целике составили 21 384 т).

В 833-й лаве (длина очистного забоя 160 м, мощность пласта  $c_8^H$  на этом участке 0,9 м) очистные работы были закончены 1 февраля 1992 г. на расстоянии 110 м от южного магистрального откаточного штрека. Линия очистного забоя фактически параллельна продольной оси этого штрека, поэтому для охраны выработки оставлен целик угля прямоугольной формы шириной 110 м. До 1992 г. состояние штрека на участке пикетов ПК 30 — ПК 50, примыкающих к столбу 833-й лавы, было в удовлетворительном состоянии, однако к 1995 г. возникла необходимость в его перекреплении. Изменение смещения боковых пород от времени наблюдения приведено на рис. 1.

Южный магистральный откаточный штрек на отрезке от ПК 1 до ПК 81 перекрепили кольцевой крепью, что значительно улучшило устойчи-



**Рис. 1.** Характер смещений  $u$  боковых пород от времени  $t$  наблюдений.

вость выработки для дальнейшего использования. Перекрепление не было ограничено ПК 30 — ПК 50, так как об этом свидетельствуют результаты шахтных инструментальных измерений при контроле содержания выработки, которые указаны в таблице [2]. Очевидно, участок, на который влияли очистные работы, проводимые в 833-й лаве, не является исключением или аномалией, данная ситуация сложилась из-за необъективного выбора охраны штрека в указанных условиях.

Опыт ведения горных работ в Западном Донбассе показывает, что оставление охранных целиков не обеспечивает удовлетворительного состояния выработок в течение времени эксплуатации. Исследованиями, проведенными на шахте «Западно-Дон-

Место установки замерных станций	Высота выработки, мм	Время наблюдений, сут	Смещения в кровле и почве, мм	Расстояние от штрека до лавы, м
ПК 1	3481	391	253	300
ПК 5	3416	2343	662	250
ПК 10	3420	1264	1015	200
ПК 15	3475	1662	923	150
ПК 20	3600	2343	1442	100
ПК 24	3720	1581	1289	50
ПК 30	3180	1447	644	10
ПК 40	3345	1551	452	10
ПК 50	3287	1802	422	10
ПК 60	3480	240	90	10
ПК 70+6 м	3325	293	336	50
ПК 75+6 м	3239	324	127	100
ПК 81	3320	229	103	150

басская», установлено, что причина этому — перемещение зоны повышенного горного давления (ПГД) в глубь целика после остановки лавы [3].

Таким образом, при выполнении дальнейших исследований возникает необходимость обоснования рационально эффективного способа охраны магистральных штреков угольными целиками, а именно их формы, так как прямоугольная не удовлетворяет вопросам устойчивости горных выработок в течение длительного периода.

Переменная ширина целика способствует затуханию нагрузок на крепь при ведении очистных работ вблизи магистрального штрека и лучшему восприятию внутренних напряжений массива горных пород.

Как известно [7], основным показателем формы поперечного сечения целика является гидравлический радиус, т. е. отношение площади поперечного сечения целика к его периметру:  $R = S/L$  (где  $S$  — площадь поперечного сечения,  $m^2$ ;  $L$  — длина периметра,  $m$ ). Наилучшее соотношение достигается при треугольной форме поперечного сечения угольного целика.

Кроме того, изменение формы целика, оставляемого для охраны магистрального штрека, на треугольную, позволит сократить потери угля на 35–45 % по сравнению с прямоугольной формой. При этом прочностные свойства целика не снижаются, а деформация крепи в штреке уменьшается.

Принимая во внимание, что угольный массив вблизи магистрального штрека ослаблен зоной разгрузки, очистные работы прекращают у ее границы. Это придает целику форму трапеции.

При расположении выемочного столба под углом  $\beta < 90^\circ$  зона опорного давления очистного забоя перемещается в направлении действия по горизонтальной оси главных сжимающих напряжений, что способствует снижению вероятности проявлений газодинамических явлений при очистной выемке и уменьшению количества вывалов пород кровли.

**Выводы.** Для обеспечения устойчивости магистральных штреков на шахтах Западного Донбасса

оставляют целики шириной 100–150 м, что приводит к неоправданно большим потерям угля. Оставление целиков у магистральных горных выработок обеспечивает временное поддержание их первоначальной устойчивости. Главная причина создавшейся реальной ситуации — недостаточное внимание к оценке горно-геологических условий, вследствие чего нередко формируют целики угля не соответствующие технологическим требованиям. Необходимо пересмотреть вопрос относительно формы оставляемого угольного целика, скорректировать общий принцип способа охраны магистральных штреков и продолжить исследования в этом направлении.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. — Л.: ВНИМИ, 1986. — 222 с.
2. Зорин А. Н. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых / А. Н. Зорин, Ю. М. Халимендик, В. Г. Колесников. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. — 413 с.
3. Халимендик Ю. М. Проведение и поддержание горных выработок в зонах ПГД / Ю. М. Халимендик, В. С. Мартюшев // Безопасность труда в промышленности. — 1993. — № 12. — С. 55–62.
4. Васильев П. В. Влияние основных геологических факторов на поведение пород в горных выработках / П. В. Васильев, С. И. Малинин. — М.: Госгортехиздат, 1960. — 94 с.
5. Кравченко В. И. Предотвращение завалов в очистных забоях / В. И. Кравченко. — М.: Недра, 1970. — 210 с.
6. Колоколов О. В. Влияние главенствующей трещиноватости горного массива на состояние очистного забоя / О. В. Колоколов, А. А. Гайдай // Гірничодобувна промисловість України і Польщі. Актуальність проблеми і перспективи: матеріали українсько-польського форуму гірників-2004, 13–19 верес. 2004 р. — Дніпропетровськ: НГУ, 2004. — 32–37 с.
7. Гришкова Н. П. Определение механических свойств и упругих постоянных горных пород Донбасса / Н. П. Гришкова // Труды комиссии по управлению кровлей и доклады на I Всесоюзном совещании ГОНТИ Украины. — Донецк, 1947. — С. 55–67.